

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平10-511230

(43) 公表日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 7/005

H 0 4 B 7/005

H 0 3 H 21/00

H 0 3 H 21/00

H 0 3 M 13/12

H 0 3 M 13/12

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 20 頁)

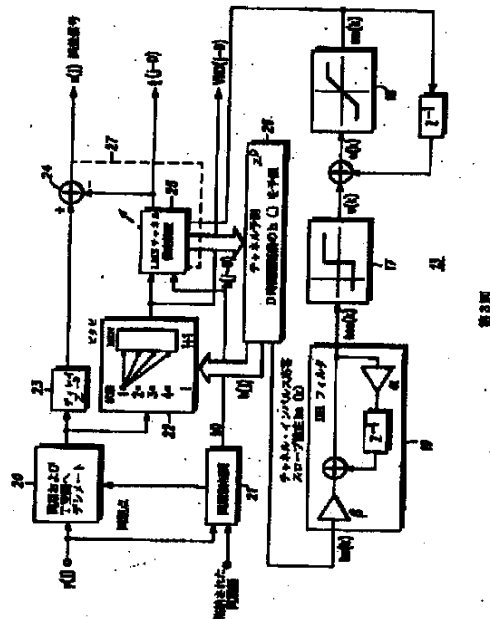
(21) 出願番号 特願平6-518026
(86) (22) 出願日 平成6年(1994)1月3日
(85) 翻訳文提出日 平成6年(1994)9月14日
(86) 国際出願番号 PCT/US94/00058
(87) 国際公開番号 WO94/18752
(87) 国際公開日 平成6年(1994)8月18日
(31) 優先権主張番号 08/011,912
(32) 優先日 1993年2月1日
(33) 優先権主張国 米国 (US)
(81) 指定国 CA, JP, KR

(71) 出願人 モトローラ・インコーポレイテッド
アメリカ合衆国イリノイ州60196シャンパ
ーグ、イースト・アルゴンクイン・ロード
1303
(72) 発明者 ラブ、ロバート・トリスタン
アメリカ合衆国イリノイ州バーリントン、
サウス・ヒュッジ・ストリート817
(74) 代理人 弁理士 本城 雅則 (外1名)

(54) 【発明の名称】 可変収束ステップ・サイズを用いる適応型最尤シーケンス推定方法および装置

(57) 【要約】

本発明は、無線受信機(12, 13)における最尤シーケンス推定装置のチャンネル・インパルス応答を更新する方法を提供する。本発明による方法は、最新の推定チャンネル・インパルス応答および先行する推定チャンネル・インパルス応答からチャンネル・インパルス応答の変化率を計算する段階、推定チャンネル・インパルス応答の変化率の関数として更新ステップ・サイズを選択する段階、選択されたそのステップ・サイズに基づいて最尤シーケンス推定装置の推定チャンネル・インパルス応答を更新する段階から構成される。本発明はまた、信号を受信およびデコードする前記方法を実施する装置をも提供する。



【特許請求の範囲】

1. 無線受信機における最尤シーケンス推定装置の推定チャネル・インパルス応答を更新する方法であって：

最新の推定チャネル・インパルス応答および先行する推定チャネル・インパルス応答からチャネル・インパルス応答の変化率を計算する段階；

前記推定チャネル・インパルス応答の前記変化率の関数として更新ステップ・サイズを選択する段階；および

前記選択されたステップ・サイズに基づいて前記最尤シーケンス推定装置の前記推定チャネル・インパルス応答を更新する段階；

から構成されることを特徴とする方法。

2. しきい値と比較する段階に先だって前記チャネル・インパルス応答の前記変化率を指数関数的に平滑化する段階をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

3. 前記最尤シーケンス推定装置からの各シンボル出力の後で前記推定チャネル・インパルス応答を更新する段階をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の方法。

4. 最尤シーケンス推定装置の推定チャネル・インパルス応答を更新する方法であって：

最新の推定チャネル・インパルス応答および先行する推定チャネル・インパルス応答からチャネル・インパルス応答の変化率を計算する段階；

前記チャネル・インパルス応答の前記変化率をしきい値と比較し、前記チャネル・インパルスの前記変化率が前記しきい値を越えない場合には第1限界値を越えない第1更新ステップ・サイズを選択し、前記チャネル・インパルス応答勾配の前記変化率が前記しきい値を越える場合には第2限界値を越えない第2更新ステップサイズを選択する段階；および

前記選択されたステップ・サイズに基づいて前記最尤シーケンス推定装置の前記推定チャネル・インパルス応答を更新する段階；

から構成されることを特徴とする方法。

5. 前記しきい値と比較する段階に先だって前記チャネル・インパルス応答の前記変化率を指数関数的に平滑化する段階をさらに含むことを特徴とする請求項4記載の方法。

6. 前記最尤シーケンス推定装置からの各シンボル出力の後に前記推定チャネル・インパルス応答を更新する段階をさらに含むことを特徴とする請求項4記載の方法。

7. 適応型チャネル推定方法を使用する無線受信機における最尤シーケンス推定装置の推定チャネル・インパルス応答を更新する装置であって：

最新の推定チャネル・インパルス応答および先行する推定チャネル・インパルス応答からチャネル・インパルス応答の変化率を計算する手段；

前記チャネル・インパルス応答勾配の前記変化率をしきい値と比較し、前記チャネル・インパルス勾配が前記しきい値を越えない場合には第1更新ステップ・サイズを選択し、前記チャネル・インパルス応答の前記変化率が前記しきい値を越える場合には第2更新ステップ・サイズを選択する手段；および

前記選択されたステップ・サイズに基づいて前記最尤シーケンス推定装置の前記推定チャネル・インパルス応答を更新する手段；

から構成されることを特徴とする装置。

8. 前記しきい値と比較する段階に先だって前記チャネル・インパルス応答の前記変化率を指数関数的に平滑化する手段からさらに構成されることを特徴とする請求項7記載の装置。

9. 前記最尤シーケンス推定装置からの各シンボル出力の後に前記推定チャネル・インパルス応答を更新する手段からさらに構成されることを特徴とする請求項7記載の装置。

10. 適応型チャネル推定方法を使用する最尤シーケンス推定装置の推定チャネル・インパルス応答を更新する方法であって：

最新の推定チャネル・インパルス応答および先行する推定チャネル・インパルス応答からチャネル・インパルス応答の変化率を計算する段階；

前記チャネル・インパルス応答の前記変化率をしきい値と比較し、前記チャネ

ル・インパルスの前記変化率が前記しきい値を越えない場合には第1更新ステップ・サイズを選択し、前記チャネル・インパルス応答の前記変化率が前記しきい値を越える場合には第2更新ステップ・サイズを選択する段階；

前記選択されたステップ・サイズに基づいて前記最尤シーケンス推定装置の前記推定チャネル・インパルス応答を更新する段階；

から構成されることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

可変収束ステップ・サイズを用いる適応型

最尤シーケンス推定方法および装置

産業上の利用可能性

本発明は一般に無線信号のデコーディングに関し、特に最尤シーケンス推定(Maximum likelihood sequence estimation)のための方法および装置に関する。

背景技術

無線チャネル上で伝送される無線信号に対する無線チャネルの影響はよく知られている。よく知られている影響には、隣接および同一チャネル干渉並びにマルチパス伝播による信号品質の劣化が含まれる。この場合における信号品質劣化の測定は、キャリア信号と干渉信号の比率(C/I)をもって行われる。極めて長距離の場合における C/I 劣化の要因は、熱雑音によるものである。

一方、多重信号経路によるマルチパス伝播によって生じる信号に対する影響は、僅かに異なる時刻において僅かに異なる位相と共に受信機に与えられる信号の多重波干渉(multiple copies)によって特徴付けられる。多重波干渉が極端な場合、シンボル周期と同程度の時間間隔だけずれた信号が受信機に到着する。

多重経路伝播における問題は、受信機に与えられる信号が重ね合わされて、送信した当初の信号とはかけ離れたものになることである。送信機または受信機が移動している場合(例えば自動車における移動電話)マルチパス伝播の問題はさらに悪化する。物理的な位置変化(一定のシフトさらにはドップラー・シフトを含む急速な多重経路

の動的変化)と相俟って信号に対する影響が変化するためである。

低い C/I およびマルチパス伝播の影響を受ける信号のデコーディングに関し、従来行われていたものに、トレーニング・シーケンスおよび同期シーケンスをフレーム情報内のデータ伝送の始めに挿入し、既知のトレーニング・シーケンスに対して受信信号の相互相関(cross correlating)をとるものがある。相互相関の結果は、伝送チャネルに対する影響を特徴付けて補償を行うために用いられる。

。

伝送チャネルの特徴付けは、推定チャネル・インパルス応答を決定することになる。その推定チャネル・インパルス応答の情報は、受信した信号から送信した当初の信号の評価を改善するために用いられる。

伝送チャネルの特徴付けは短時間の場合には効果的であるが、そのような特徴付けは数ミリ秒の遅延を有するフレームには有効なものではない。遅延時間の長いフレームの場合、送信機および受信機はその物理的位置を変更し、その結果伝送チャネルおよびその伝送特性は変化するからである。

このような場合における従来の改善方法に、以下の文献において議論されるシステムがある。その文献は、Adaptive Maximum Likelihood Sequence Estimation for Digital Signalling in the presence of Intersymbol Interference, by F.R. Magee Jr. and J.G. Proakis (IEEE Transactions On Information Theory, January 1973, pgs.120-124)である。MageeおよびProakisの文献は、ビタビ・デコーダ(viterbi decoder)を用いた適応性フィルタを利用するシステムを教示する。適応性フィルタの各値は、トレーニング・シーケンスを検出することにより定められ、その結果推定されたチャネル・インパルス応答を与えるものである。適応性フィルタ係数の決定に続いて、その係数はビタビ・デコーダから得られる各々の新しいシンボル出力および調整用パラメータ(更新ステップ・サイズ)に基づいて変更される。収束の速さおよび評価の精度は、その更新

ステップ・サイズの値で制御される。

MageeおよびProakisのシステムは効果的なものであるが、適応性フィルタの収束性は一定のステップ・サイズに依存する。したがって通信チャネルが急速に変化する遅延拡散(delay spread)に委ねられている場合、小さなステップ・サイズはそのチャネルにおける変化に追従するには不十分なものとなる場合がある。より大きなステップ・サイズを選択すれば不安定なものとなる、すなわち低い遅延拡散状況に起因して許容範囲を越える追従不良(misadjustment)となる。最尤シーケンス評価の重要性に起因して、チャネル・パラメータに基づいて更新ステップ・サイズを決定することによる最尤シーケンス推定装置の安定性および収束

性を改善する方法および装置が望まれている。

発明の開示

本発明によれば、無線受信機における最尤シーケンス推定装置の評価されたチャネル・インパルス応答を更新する方法が提供される。その方法は、最新の(current)推定チャネル・インパルス応答と先行する(previous)推定チャネル・インパルス応答とを用いてチャネル・インパルス応答の変化率を計算する段階、その推定チャネル・インパルス応答の変化率の関数として更新ステップ・サイズを選択する段階、および選択されたステップ・サイズに基づいて最尤シーケンス推定装置の評価されたチャネル・インパルス応答を更新する段階から構成される。本発明はまた信号を受信およびデコードする装置をも提供するが、これはその方法を実施する際に使用するものである。

図面の簡単な説明

図1は本発明による通信システムを示す。

図2はTDMチャネル上のTDM信号を示す。

図3は本発明による適応型最尤シーケンス推定装置のブロック図を示す。

図4は本発明による同期語相関器のブロック図を示す。

図5は本発明による並列経路最尤シーケンス推定装置のブロック図を示す。

図6は本発明の一実施例による最大ピーク相関器のブロック図を示す。

図7は制限されたウィンドウを用いる同期語相関器のブロック図を示す。

発明を実施するための最良の形態

適応性チャネル評価を用いる最尤シーケンス推定装置において、可変ステップ・サイズを選択することによって安定性および収束性を改善する本願発明は、概念的には、ある時間間隔に渡ってチャネル評価を比較し、そのチャネル評価の変化率に基づいてステップ・サイズを選択することにある。そのような変化率は、以前のまたは現在のチャネル・インパルス応答のパーセンテージとして、ある傾斜(slope)をもって表現することが可能である。ステップ・サイズの選択は、その傾斜をしきい値と比較することに基づいて行われる。

通信チャネル全体は、畳込エンコーダ(convolutional encoder)によって観測

することが可能であり、そのエンコーダはデータ情報と時間変化する一組のチャネル係数(h_i)とを畳み込むものである。その結果チャネルは、伝送データ上で一定の(短期間の)パターンを表現するものとして観測される。そこで得られる信号パターンは、ホワイト・ガウシアン・ノイズ(adaptive white gaussian noise)によってさらに劣化したものになる。デコーダは、どのシーケンスであるか、チャネル係数と共に畳み込まれた時点はいつであるかを決

定し、受信したパターンに最も近いパターンを生成する。伝送されたデータが N シンボルから構成される場合、何れも同程度に確からしいとすれば M^N 個の可能なデータ・シーケンスが存在する(ただし、 M はシンボル配置(constellation)における可能なシンボル数である)。

与えられた可能なデータ・シーケンス($a(i)$)の配置が $i=1, \dots, K=M^N$ の値を含む場合、最尤シーケンス推定装置(MSLE)は、最も近いものとしてシーケンス $a(m)$ を選択する。ただし、選択されたシーケンス($a(m)$)が他の全ての可能なシーケンス対して $P(r:a(m)) > P(r:a(k))$ を真にする場合である。このような判定は、他の全てのシーケンスに対して選択シーケンスの誤差全体を最少にすることに基づくものである(ビタビ・トレリス(trellis)を介した最少ユークリッド距離)。

図1は無線伝送システム(10)のブロック図である。送信機(11)はデジタル・データからデジタル・シンボルを生成し、受信機(12)にそのシンボルを送信する。図1における2つの信号経路は、送信機(11)および受信機(12)間のチャネルが、その受信機(12)において受信される信号に時間的なずれ(time dispersion)を与えることを示すものである。図1に示される信号「A」は、送信機(11)および受信機(12)間で用いられるものと同一のチャネルにおける妨害信号を示す。

無線伝送システム(10)は、図2に示すような1から j までの個別のタイム・スロットを有する時分割フォーマットで動作する(ただし、 t は時間を表す)。各タイム・スロット「 f 」において、信号シーケンス(SS)は同期シーケンス(SO)およびデータ・シーケンス(DO)を含む。信号シーケンス(SS)はエンコードされた2値信号を含み、これは例えば直交位相シフト・キーイング(QPSK)フォー

マットにおけるものである。

受信機(12)において受信される信号はフィルタ処理され、サンプルされ、チャネル等化装置(13)に送られる受信デジタル信号 $y(j)$

を生成する。等化装置(13)は、ある遅延時間と共に推定信号 $y(j-L)$ を導出し、これは伝送信号の評価 $S(n)$ を構成する。(この場合において、標記されている (j) はサンプリングの時点を示し、 $(j-L)$ は評価シンボルが L サンプル間隔だけ遅延していることを示す。)

図3は、本発明の一実施例による適応性最尤シーケンス推定装置(AMLS E)(13)のブロック図である。AMLS E(13)において、受信信号 $y(j)$ の同期(トレーニング)シーケンスは、同期語相関器(21)内に記憶された同期語の複製に対して相関がとられ、相関出力シーケンス、初期チャネル評価 h_0 、および検出された同期点を生成する。検出された同期点は、デシメータ(20)内で用いられ、オーバーサンプルされた受信信号 $y(j)$ を伝送信号に対応する情報帯域幅にデシメート(decimate)される。

デシメートされた信号を処理するビタビ・デコーダ(22)は、Mageeの文献に見られるビタビ等化器と機能的に同様のものである。ビタビ・デコーダ(22)はデシメートされた信号を受信し、評価シンボル $y_{HD}(j-D)$ を引渡し、 D サンプル・ステップの遅延と共にLMSチャネル評価器(25)に対して周知の方法で評価される。LMSチャネル評価器(25)は、評価されたシンボル $y_{HD}(j-D)$ を受信し、それらはフィルタでフィルタ処理されるが、そのフィルタは、チャネル損失信号(impaired signal) $y(j-D)$ を再生または評価するためチャネル・インパルス応答の最新の評価を表現するものである。その差から生成される誤差信号 $e(j-D)$ は、LMSチャネル評価器(25)に戻され(破線27)、最新のチャネル評価に更新する。

同期語相関器(21)によりトレーニング・シーケンスを受信すると、LMSチャネル評価器(25)における最新のチャネル評価は、同期相関器(21)において生成された初期チャネル評価(h_0)に置き換えられる。その初期チャネル評価(h_0)は、既知のトレーニング・シーケンスを送信する期間中比較的正確なチャネル状態の指

示を与え、そのチャネル環境において先行するデータ・ワードの受信以来支配的な変化の

指示である。

最新のチャネル評価($h(j-D)$)を決定する際(初期チャネル評価(h_0)またはフィードバック誤差($e(j-D)$)を用いた更新値に基づいて)、チャネル予測評価($h(j)$)がチャネル予測器(26)内で決定される。チャネル予測評価($h(j)$)は、先行する値に対する最新のチャネル評価の変化および最新のチャネル評価における傾向($trend$)に基づいて決定される。

データ信号 $y(j)$ のデシメートされた信号が、それらの最大信号雑音比(SNR)近辺でサンプルされ、最新のチャネル評価が実際のチャネル状態に非常に近いものであることを反映するとき、 $AMLS E$ (13)の特性は最適化される。最新のチャネル評価の精度は、選択された同期点に密接に関連するためである。

一方、同期点の選択は、サンプル信号($y(j)$)の遅延拡散によって複雑なものになる。本発明の実施例における遅延拡散は、多くの遅延拡散感知フィルタ($delay\ spread\ sensitive\ filter$)(たとえば遅延拡散検出($DSD:delay\ spread\ detection$)フィルタ)を介して行われ、最も大きなフィルタピークを提供する遅延拡散感知フィルタを選択する。一組の同期点配置(SPL)フィルタ係数は、選択されたフィルタの特性に基づいて選択される。 SPL フィルタ係数を相関付けられた出力に適用すると、同期点および初期チャネル評価を提供することとなり、サンプル信号($y(j)$)により与えられる遅延拡散環境の変化に対して $AMLS E$ の特性を最適化する。

図4は本発明の一実施例による同期語相関器(21)のブロック図であり、2つの DSD フィルタを用いるものである。2つの DSD フィルタのうち、第1の DSD フィルタ(31)は、中位($medium$)から大位($large$)の遅延拡散に対して $((1,0,0,0,0,0,0,1)/2)$ で示すフィルタ値を有する。第2の DSD フィルタ(32)は、小位($small$)から中位の遅延拡散に対して $((2,0,0,0,1,0,0,0,2)/5)$ で示すフィルタ値を有する。既に述べたように第1 DSD フィルタが最大の DSD 検出フィルタ・ピーク

ークを提供する場合、第1 D S D フィルタ(31)が選択される。第2 D S D フィルタ(32)が最大の D S D 検出フィルタ・ピークを提供する場合は、第2 D S D フィルタ(32)が選択される。S P L フィルタ(33)に対する係数は、第1 D S D フィルタ(31)が選択された場合以下の値すなわち(1,0,0,0,0,0,0,1)となる。第2 D S D フィルタ(32)が選択された場合は(32,16,4,0,0,0,4,16,32)となる。

同期語相関器(21)において、サンプルされたデータ同期フィールドは、格納されている同期語と相関がとられ、相関出力($c(n)$)を提供する。相関出力($c(n)$)は、中位-大位 D S D フィルタ(31)および小位-中位 D S D (32)フィルタを用いて濾波される。各フィルタ出力の大きさ(遅延拡散相関ピーク)は、その後比較される。最大の遅延拡散係数のピーク判定に基づいて、S P L フィルタ(33)に対する一組の係数が選択される。選択された係数は、その後相関演算された出力($c(n)$)に適用され、同期点および初期チャネル応答を与える。

初期チャネル・インパルス応答(h_0)が計算された後、他のチャネル・インパルス応答($h(k)$)が、各出力データ・シンボル($YHD(j-D)$)について計算される。他の出力データ・シンボル($YHD(j-D)$)を決定する際、チャネル・インパルス応答勾配($hs(k)$)はチャネル予測器(26)において計算される。チャネル・インパルス応答の勾配($slope$)は、受信信号内におけるドップラ効果による広がりを指定するためにあり、本実施例における最尤シーケンス推定装置の更新ステップ・サイズを変更するために使用することが可能である。

チャネル・インパルス応答勾配は、最新の評価チャネル・インパルス応答($h(j)$)および先行する評価チャネル・インパルス応答($h(j-1)$)の差を最新の評価チャネル・インパルス応答($h(j)$)で除算することによって計算される。その勾配($hs(k)$)は極が1つの無限インパルス応答(IIR)フィルタ(19)内において指数関数的に滑らかなものであり、その後しきい値検出装置においてしきい値と比較される。

滑らかなチャネル・インパルス応答(h_{ss})がそのしきい値を越えな

い場合(あるいは初期チャネル・インパルス応答(h_0)に続く第2チャネル・インパルス応答が未だ計算されていない場合)、ステップ・サイズ($\mu(k)$)は、最初のもの、最初のものを越えないより小さな更新ステップ・サイズ、下限値($\text{lower-}m$

u; lower bound)に落とされる(18)。少なくとも第2チャネル・インパルス応答が計算され、その勾配がしきい値を越える場合、ステップ・サイズ($\mu(k)$)は、より大きなものを越えない第2ステップ・サイズ上限値(upper- μ)に上げられる(18)。

より大きな第2更新ステップ・サイズをLMSチャネル評価装置(25)において使用すると、LMSチャネル評価装置(25)がより大きなドップラ効果による広がり条件の下で一層急速に収束する。より大きなドップラ周波数偏移は、しきい値検出装置(17)に格納されるしきい値を越えるチャネル・インパルス応答($h_s(k)$)の滑らかな勾配によって検出される。

一方、より小さな更新ステップ・サイズは、より小さなドップラ効果による広がり条件の下で使用され、初期チャネル応答(h_0)に続く評価された第1評価チャネル応答について使用される。

図5は2つの並列処理経路を用いるAMLS Eの一例を示す。2つの処理経路は、異なるドップラ偏移率に各々経路を合わせることで収束速度において付加的な利点を提供するよう決定される。

第1処理経路(41,43,45)は、既に述べたAMLS E(13, 図3および4)と機能的には等価であり、ブロック41はブロック21に対応し、ブロック43はブロック20に対応し、ブロック45はブロック22, 23, 24, 25, 26に対応する。第2処理経路(48,42,44)にあっては、ブロック42はブロック20と機能的に等価であり、ブロック44はブロック22, 23, 24, 25, 26に対応する。

第2処理経路(48, 42, 44)では、同期語相関器(21)は最大ピーク相関器(48)で置き換えられている。最大ピーク相関器の中身は、同期語相関器(50)および異なる種類の遅延拡散感知フィルタ(SPLフィ

ルタ(51))である。SPLフィルタ(48)のフィルタ係数は、(タップ値(1,0,0,0,0,0,0,0,0,0)と共に)選択され、フラット・ディレイの条件の下最大出力を提供する。

動作時にあっては、最大ピーク相関器(48)は、サンプルされたデータ同期フィールドと格納された同期語との相関をとり、相関出力を提供する。相関出力はS

P Lフィルタ(51)と共に畳込演算処理され、同期点および初期チャネル応答を提供する。その同期点は、既に述べたようにデータ同期フィールドをデシメートするために用いられる。デシメートされたデータ同期フィールドは、初期チャネル応答を用いて、既に述べたような最尤推定デコーディングに委ねられる。

フラット・フェージング下にあつては、同期語相関器(50)に関連して用いられるS P Lフィルタ(51)はよりすぐれた結果を提供するよう決定される。S P Lフィルタ(51)が既に述べたA M L S E(13)と共に第2処理経路で用いられる際、その組合せは通信システムにおけるビット・エラー・レート(B E R)全体をさらに改善するものとなる。

2つの信号処理経路の出力(図5)は、ビット・デコーダ(46)およびA M L S Eスイッチ制御(47)に供給される。A M L S Eスイッチ制御(47)は各信号経路における二乗平均誤差推定値を比較し、最も小さい誤差を与える経路を選択する。信号処理経路を選択する際、A M L S Eスイッチ制御(47)はビット・デコーダを作動させ、最も小さな誤差を与える経路から信号をデコードする。

本発明の他の実施例にあつては、制限されたサーチ・ウィンドウ(63)は同期語相関器(41)内で用いられ、A M L S E(40)の特性をさらに改善する。このような実施例にあつては、遅延拡散相関ピークは反復したフィルタ処理、ならびに、同期点に先立つおよび同期点後の範囲で定義された制限ウィンドウによって選択される。初期同期点に先立つ範囲は、整数値のサンプル間隔を有するように選択される(たとえば1サンプル間隔 T_s)。初期同期点後の範囲は、初期同期点に関連して遅延拡散によるチャネル・インパルス応答の遅れに比例

した時間を有するように選択される。(實際上、その範囲は初期同期点から $T/(2T_s)$ サンプル間隔だけ遅れた点に渡るものであり、ここで T はシンボル間隔であり、 T_s はサンプル・レートである。)

遅延拡散相関ピークは、同期語相関器(60)の相関付けられた出力シーケンスと、同期点の一般的配置を与えるべく設定されたD S Dフィルタ値(1,1,1,1,1,1,1,1,1)とをD S Dフィルタ処理することによって決定される(61)。D S Dフィルタ(61)の出力は、同期点をより正確に決定するため、その後無限インパルス応答

フィルタ(IIR)(62)を用いてフィルタ処理される。

制限ウィンドウ(63)の決定に続いて、その制限ウィンドウ内における信号は、(たとえばタップ値(32,16,4,0,0,0,4,16,32)と共に)同期点位置フィルタに委ねられ、第2信号経路を介して同期点および初期チャネル応答を決定する。最尤シーケンス推定値は、既に述べたような計算された同期点および初期チャネル応答値を用いてその後決定される。最も小さいBERを有する推定値の決定は、既に述べたようにAMLS Eスイッチ制御(47)が最も小さい二乗平均誤差を有する推定値を選択して行われる。

本発明の他の実施例にあつては、制限されたサーチ・ウィンドウおよびより正確な同期点の決定は、先に述べた実施例に基づいて利用される。すなわち第2最尤シーケンス推定信号処理経路内におけるDSDフィルタ(31,32)およびSPLフィルタ(33)に入力して行われる。このような実施例にあつては、(最大ピーク相関器(48)の使用を介して)第1最尤シーケンス推定信号処理経路は、フラット・フェージングに対して改善されたBER特性を提供する。

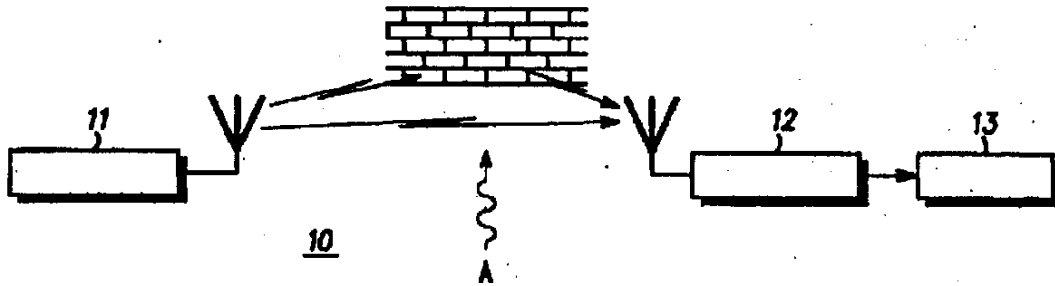
本発明の他の実施例にあつては、更新ステップ・サイズは評価されたチャネル・インパルス応答の変化率の関数として選択される。このような実施例における更新ステップ・サイズを選択は、メモリ内に格納された評価チャネル・インパルス応答の最大変化率に対して、最新の評価チャネル・インパルス応答の変化率を比較し、確率因子を提供

することに基づいて行われる。その確率因子には、許容できる最大のステップ・サイズがその後乗算され、評価チャネル・インパルス応答の変化率の関数であるステップ・サイズを決定する。

以上本発明の多くの特性および利点が開示され、本発明の精神から逸脱することなしにシステムの種々の特性および利益が本発明に包含されることを意図するものである。さらに、当業者であれば種々の改良および変更を行い得るため(たとえば、AMLS E素子の組合せを用いた並列処理経路)、説明した構造および動作に厳密に限定されることを意図するものではなく、したがって適切な変更および均等であるものは本願発明に包含されることを意図するものである。

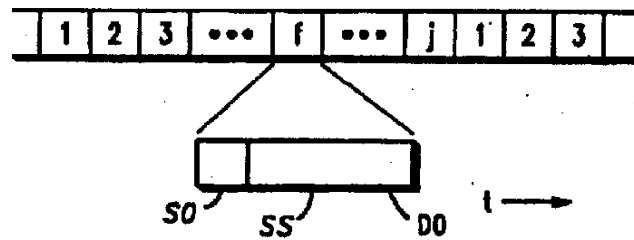
すなわち本願発明は、図面と共に示された特定のものに限定されないだけでなく、本発明に内在する種々の方法および装置を含む。

【図1】



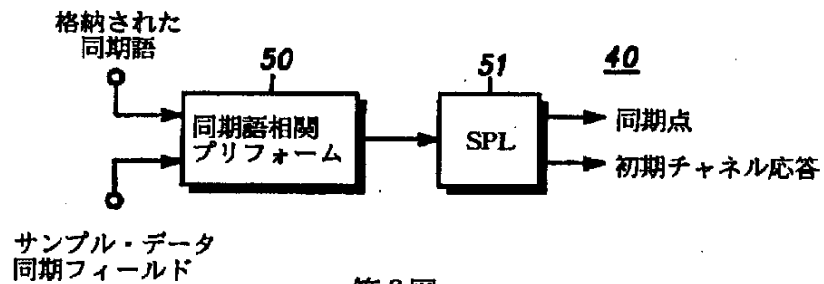
第1図

【図2】



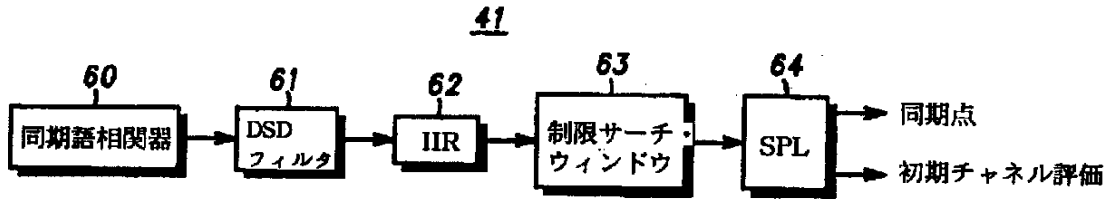
第2図

【図6】



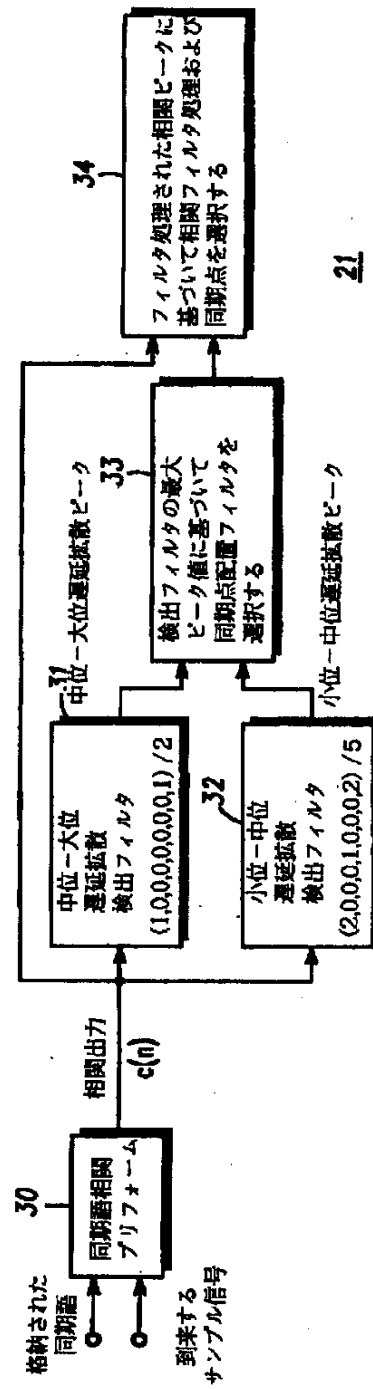
第6図

【図7】



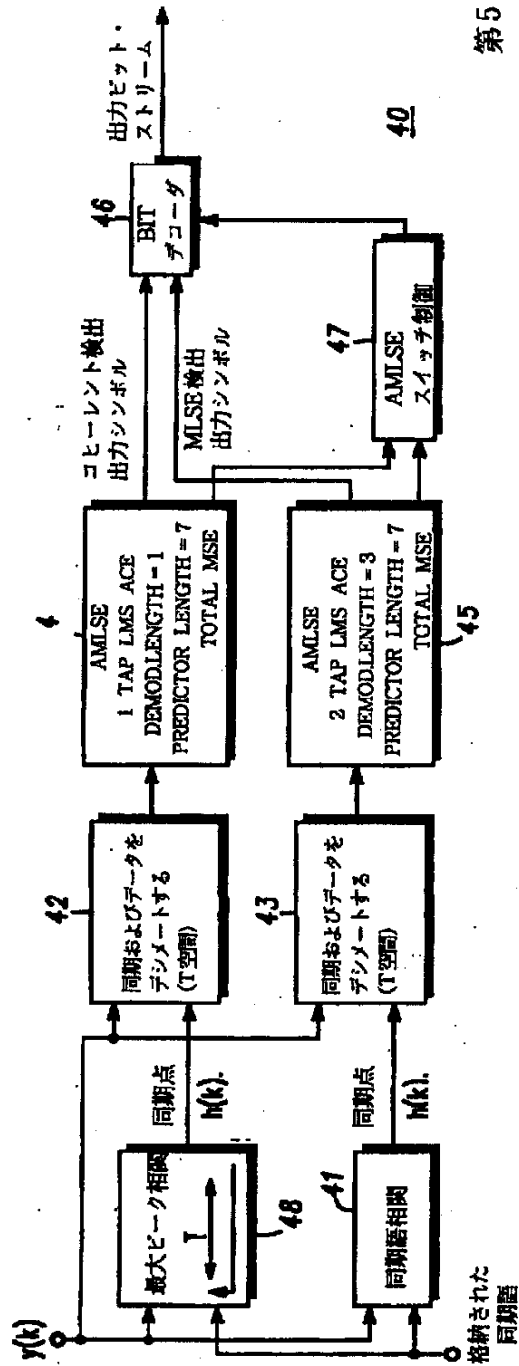
第7図

【図4】



第4図

【図5】



第5図

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US94/00058

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(3) : H 03 D 1/00; H 04 L 27/06

US CL : 375/39, 94, 95, 99

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 375/39, 94, 95, 99

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
noneElectronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
APS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 5,111,481 (CHEN ET AL) 05 May 1992, col. 4, line 5 to col. 6, line 30	1-3
A,P	US, A, 5,263,033 (SESHADRI) 16 November 1993, col. 6, lines 25-50	1-10
A,P	US, A, 5,272,727 (OKANQUE) 21 December 1993, col. 2, line 45 to col. 5, line 21	1-10
A,E	US, A, 5,285,480 (CHENNAKESHU ET AL) 08 February 1994 abstract, col. 8, line 44 to col. 11, line 30	1-10
A	IEEE International Symposium on Circuits and Systems Proceedings, 1988 Vol. 3 Conf. Date 7-9 June 1988, J.J. Shynk et al, "The LMS algorithm with momentum updating", pages 2651-2654	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents	"I" New documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" documents defining the general state of the art which is not considered to be part of particular relevance	"X" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document published on or after the international filing date	"Y" documents of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" documents which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"A" documents member of the same patent family
"O" documents referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 APRIL 1994	Date of mailing of the international search report MAY 26 1994
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 365-3230	Authorized officer Bryan Webster Telephone No. (703) 365-6607

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. It is the approach of updating the presumed channel impulse response of the maximum ** sequence presumption equipment in a radio set.: Phase which calculates the rate of change of the newest presumed channel impulse response and the newest presumed channel impulse response to precede to a channel impulse response;
The phase which chooses updating step size as a function of said rate of change of said presumed channel impulse response; it reaches. Phase which updates said presumed channel impulse response of said maximum ** sequence presumption equipment based on said selected step size;
since -- the approach characterized by being constituted.
2. Approach according to claim 1 characterized by including further the phase of graduating exponentially said rate of change of said channel impulse response in advance of the phase in comparison with a threshold.
3. Approach according to claim 1 characterized by including further phase which updates said presumed channel impulse response after symbol outputting [each] from said maximum ** sequence presumption equipment.
4. It is the Approach of Updating Presumed Channel Impulse Response of the Maximum ** Sequence Presumption Equipment. : Phase Which Calculates Rate of Change of Newest Presumed Channel Impulse Response and Newest Presumed Channel Impulse Response to Precede to Channel Impulse Response;
The 1st updating step size which does not exceed the 1st threshold value when said rate of change of said channel impulse does not exceed said threshold for said rate of change of said channel impulse response as compared with a threshold is chosen. Said rate of change of said channel impulse response inclination The phase which chooses the 2nd updating step size which does not exceed the 2nd threshold value in exceeding said threshold; it reaches. Phase which updates said presumed channel impulse response of said maximum ** sequence presumption equipment based on said selected step size;
since -- the approach characterized by being constituted.
5. Approach according to claim 4 characterized by including further phase of graduating exponentially said rate of change of said channel impulse response in advance of phase in comparison with said threshold.
6. Approach according to claim 4 characterized by including further phase which updates said presumed channel impulse response after symbol outputting [each] from said maximum ** sequence presumption equipment.
7. It is Equipment Which Updates Presumed Channel Impulse Response of the Maximum ** Sequence Presumption Equipment in Radio Set Which Uses the Ecad Channel Presumption Approach. : A Means to Calculate Rate of Change of Newest Presumed Channel Impulse Response and Newest Presumed Channel Impulse Response to Precede to Channel Impulse Response;
A means chooses the 1st updating step size when said channel impulse inclination does not exceed said threshold for said rate of change of said channel impulse response inclination as compared with a threshold, and choose the 2nd updating step size when said rate of change of said channel impulse response exceeds said threshold; it reaches. A means update said presumed channel impulse response of said maximum ** sequence presumption equipment based on said selected step size;
since -- the equipment characterized by being constituted.
8. Equipment according to claim 7 characterized by consisting of further means to graduate exponentially said rate of change of said channel impulse response in advance of phase in comparison with said threshold.
9. Equipment according to claim 7 characterized by being constituted further from means to update said presumed channel impulse response after symbol outputting [each] from said maximum ** sequence presumption equipment.
10. It is the Approach of Updating Presumed Channel Impulse Response of the Maximum ** Sequence Presumption Equipment Which Uses the Ecad Channel Presumption Approach. : Phase Which Calculates Rate of Change of Newest Presumed Channel Impulse Response and Newest Presumed Channel Impulse Response to Precede to Channel Impulse Response;
Phase which chooses the 1st updating step size when said rate of change of said channel impulse does not exceed said threshold for said rate of change of said channel impulse response as compared with a threshold, and chooses the 2nd updating step size when said rate of change of said channel impulse response exceeds said threshold;
Phase which updates said presumed channel impulse response of said maximum ** sequence presumption equipment based on said selected step size;
since -- the approach characterized by being constituted.

[Translation done.]

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

Ecad using adjustable convergence step size The maximum ** sequence presumption approach and equipment Availability on industry Generally especially this invention relates to the approach and equipment for the maximum ** sequence presumption (Maximum likelihood sequence estimation) about decoding of a radio signal.

Background technique The effect of a radio channel to the radio signal transmitted on a radio channel is known well. Degradation of the signal quality by multi-pass propagation is included in the effect known well at contiguity and a cochannel-interference list. In this case, measurement of signal quality degradation which can be set is performed by having the ratio (C/I) of a carrier signal and an interference signal. The factor of C/I degradation in very long-distance is based on thermal noise.

On the other hand, the effect to the signal produced by the multi-pass propagation by the multiple-signal path is characterized by multiple wave interference (multiple copies) of the signal given to a receiver with a slightly different phase in slightly different time of day. When multiple wave interference is going too far, the signal with which only the time interval comparable as a symbol period shifted reaches a receiver.

The original signal which the signal given to a receiver piled up the problem in multiplex path propagation, it was together put, and was transmitted is becoming what was widely different. When the transmitter or the receiver is moving (for example, mobile phone in an automobile), the problem of multi-pass propagation gets worse further. It is because effect of conjointly as opposed to a signal changes with a physical location change (rapid dynamic change of a multiplex path which contains a Doppler shift in a fixed shift pan).

A training sequence and a synchronizing sequence are inserted in what was performed conventionally at the beginning of the data transmission within frame information about decoding of the signal influenced of low C/I and multi-pass propagation, and there are some which take the cross-correlation (cross correlating) of an input signal to a known training sequence. The result of a cross-correlation is used in order to compensate by characterizing the effect to a transmission channel.

Characterization of a transmission channel will opt for a presumed channel impulse response. The information on the presumed channel impulse response is used in order to improve evaluation of the original signal transmitted from the received signal.

In the case of a short time, characterization of a transmission channel is effective, but such characterization is not effective in the frame which has delay of several mm second. It is because in the case of the long frame of a time delay a transmitter and a receiver change the physical location and a transmission channel and its transmission characteristic change as a result.

In such a case, the system about which it argues in the following reference is in the conventional improvement approach which can be set. The reference is Adaptive Maximum Likelihood Sequence Estimation for Digital Signalling in the Presence of Intersymbol Interference and by F.R.Magee Jr. and J.G.Proakis (IEEE Transactions On Information Theory, January 1973, pgs.120-124). The reference of Magee and Proakis teaches the system using the adaptability filter which used the Viterbi decoder (viterbi decoder). Each value of an adaptability filter is defined by detecting a training sequence, and gives the channel impulse response presumed as a result. The multiplier is changed based on each new symbol output and the parameter for adjustment (updating step size) which are obtained from the Viterbi decoder following the decision of an adaptability filter coefficient. The speed of convergence and the precision of evaluation are controlled by the value of the updating step size.

Although the system of Magee and Proakis is effective, it depends for the convergency of an adaptability filter on fixed step size. Therefore, when the communication channel is left to the delay diffusion (delay spread) which changes quickly, small step size may become inadequate for following the change in the channel.

That is [if bigger step size is chosen, / it will become unstable], it becomes the poor flattery (misadjustment) which originates in a low delay diffusion situation and crosses tolerance. It originates in the importance of the maximum ** sequence evaluation, and the approach and equipment which improve the stability of the maximum ** sequence presumption equipment and the convergency by determining updating step size based on a channel parameter are desired.

Indication of invention According to this invention, the approach of updating the channel impulse response by which the maximum ** sequence presumption equipment in a radio set was evaluated is offered. The approach consists of a phase which calculates the rate of change of a channel impulse response using the newest presumed (current) channel impulse response and the presumed (previous) channel impulse response to precede, a phase which chooses updating step size as a function of the rate of change of the presumed channel impulse response, and a phase which update the channel impulse response by which the maximum ** sequence presumption equipment was evaluated based on the selected step size. Although this invention also offers the equipment which receives and decodes a signal again, in case this enforces the approach, it is used.

Easy explanation of a drawing Drawing 1 shows the communication system by this invention.

Drawing 2 shows the TDM signal on a TDM channel.

Drawing 3 shows the block diagram of the ecad maximum ** sequence presumption equipment by this invention.

Drawing 4 shows the block diagram of the sync word correlator by this invention.

Drawing 5 shows the block diagram of the juxtaposition path maximum ** sequence presumption equipment by this invention.

Drawing 6 shows the block diagram of the maximum peak correlator by one example of this invention.

Drawing 7 shows the block diagram of the sync word correlator using the restricted window.

The best gestalt for inventing in the maximum ** sequence presumption equipment which uses adaptability channel evaluation, by choosing adjustable step size, notionally, the invention in this application which improves stability and convergency compares channel evaluation over a certain time interval, and is to choose step size based on the rate of change of the channel evaluation. Such rate of change can have and express a certain inclination (slope) as a percentage of before or a current channel impulse response. Selection of step size is performed based on comparing the inclination with a threshold.

The whole communication channel can be observed with a **** encoder (convolutional encoder), and the encoder collapses the channel multiplier (hi) of the lot which carries out time amount change with data information. As a result, a channel is observed as what expresses a fixed pattern (short period of time) on transmission data. Then, the signal acquired

A pattern becomes what deteriorated further by the White Gaussian noise (adaptive white Gaussian noise). A decoder determines which sequence to be or when when collapsed with a channel multiplier, it is, and generates the pattern nearest to the received

pattern. When the transmitted data consist of N symbols, supposing all are probable to the same extent, the possible data sequence of MN individual exists (however, M is the possible number of symbols in symbol arrangement (constellation)). When arrangement of the given possible data sequence (a (i)) includes the value of $i = 1, \dots, K=MN$, the maximum ** sequence presumption equipment (MSLE) chooses sequence a (m) as nearest thing. However, the selected sequences (a (m)) are all other possible cases where carry out a sequence pair and $P(r:a(m)) > P(r:a(k))$ is carried out truly. Such a judgment is based on making the whole error of a selection sequence into the minimum to all other sequences (the minimum Euclidean distance through the Viterbi trellis (trellis)).

Drawing 1 is the block diagram of a radio-transmission system (10). A transmitter (11) generates a digital symbol from digital data, and transmits the symbol to a receiver (12). Two signal paths in drawing 1 show that the gap (time dispersion) to the signal received in the receiver (12) with the time channel between a transmitter (11) and a receiver (12) is given. The signal "A" shown in drawing 1 shows the active jamming signal in the same channel as what is used between a transmitter (11) and a receiver (12). A radio-transmission system (10) operates in the time-sharing format which has a time slot according to individual from 1 as shown in drawing 2 to j (however, t expresses time amount). In each time slot "t", a signal sequence (SS) contains a synchronizing sequence (SO) and a data sequence (DO). A signal sequence (SS) can set this for example, to a rectangular phase shift keying (QPSK) format including the encoded binary signal.

Filtering of the signal received in a receiver (12) is carried out, the sample of it is carried out and it generates receiving digital signal y (j) sent to channel identification equipment (13). Identification equipment (13) draws the presumed signal y (j-L) with a certain time delay, and this constitutes evaluation [of a transmission signal] S (n). (In this case, (j) marked shows the time of a sampling and (j-L) shows that the evaluation symbol is delayed by only L sample spacing.)

Drawing 3 is the block diagram of the adaptability maximum ** sequence presumption equipment (AMLSE) (13) by one example of this invention. In AMLSE (13), correlation is taken to the duplicate of the sync word memorized in sync word correlator (21), and the synchronous (training) sequence of input-signal y (j) generates a correlation output sequence and the synchronization point which initial-channel-evaluation-hO(ed) and was detected. The detected synchronization point is DESHIME to the information bandwidth corresponding to a transmission signal for input-signal y (j) by which was used within DESHIME-TA (20) and the exaggerated sample was carried out. - TO (decimate) is carried out.

DESHIME - The Viterbi decoder (22) which processes the signal by which TO was carried out is the same as that of the Viterbi equalizer and functional target which are looked at by the reference of Magee. The Viterbi decoder (22) is DESHIME. - The signal by which TO was carried out is received, the evaluation symbol yHD (j-D) is handed over, and it is estimated by the well-known approach to an LMS channel evaluation machine (25) with delay of D sample step. Although the evaluated symbol (yHD (j-D)) is received and filtering of them is carried out with a filter, an LMS channel evaluation machine (25) expresses the newest evaluation of a channel impulse response, in order that the filter may reproduce or evaluate channel loss signal (impaired signal)y(j-D). The error signal e (j-D) generated from the difference is returned to an LMS channel evaluation machine (25) (broken line 27), and is updated to the newest channel evaluation.

If sync word correlator (21) receives a training sequence, the newest channel evaluation in an LMS channel evaluation machine (25) will be transposed to the initial channel evaluation (hO) generated in synchronous correlator (21). The initial channel evaluation (hO) has been directions of a dominant change since reception of the data word which gives directions of a comparatively exact channel condition during the period which transmits a known training sequence, and is preceded in the channel environment.

In case it opts for the newest channel evaluation (h (j-D)) (based on the updating value using initial channel evaluation (hO) or a feedback error (e (j-D))), it opts for channel prediction evaluation (h (j)) within a channel prediction machine (26). It opts for channel prediction evaluation (h (j)) based on the inclination (trend) in the change and the newest channel evaluation of the newest of channel evaluation to the value to precede.

DESHIME of data signal y (i) - When the sample of the signal by which TO was carried out is carried out in those maximum signal-to-noise-ratio (SNR) neighborhood and it reflects that the newest channel evaluation is very close to an actual channel condition, the property of AMLSE (13) is optimized. The precision of the newest channel evaluation is because it relates to the selected synchronization point closely.

On the other hand, selection of a synchronization point will become complicated by delay diffusion of a sample signal (y (j)). Delay diffusion in the example of this invention is performed through many delay diffusion sensing filters (delay spread sensitive filter) (for example, delay diffusion detection (DSD:delay spread detection) filter), and the delay diffusion sensing filter which offers the biggest Phil Tapie-KU is chosen. The property of the selected filter is based and the synchronization-point arrangement (SPL) filter factor of a lot is chosen. If an SPL filter coefficient is applied to eclipse ***** with correlation, a synchronization point and initial channel evaluation will be offered, and the property of AMLSE will be optimized to change of the delay diffusion environment given by the sample signal (y (j)).

Drawing 4 is the block diagram of the sync word correlator (21) by one example of this invention, and uses two DSD filters. the 1st [among two DSD filters] DSD filter (31) -- delay diffusion of a medium (medium) to large grade (large) -- receiving / (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1) 2) -- it has the shown filter value. the 2nd DSD filter (32) -- delay diffusion of small grade (small) to a medium -- receiving / (2, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 2) 5) -- it has the shown filter value. As already stated, when the 1st DSD filter offers the greatest DSD detection filter peak, the 1st DSD filter (31) is chosen. When the 2nd DSD filter (32) offers the greatest DSD detection filter peak, the 2nd DSD filter (32) is chosen. the case where, as for the multiplier to an SPL filter (33), the 1st DSD filter (31) is chosen -- the following values -- that is, (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1), it becomes. It is set to (32, 16, 4, 0, 0, 0, 4, 16, 32) when the 2nd DSD filter (32) is chosen.

In sync word correlator (21), the sync word and correlation which are stored are taken and the data synchronous field by which the sample was carried out offers a correlation output (c (n)). A correlation output (c (n)) is object[for middle-large grade DSD filter (31) and small grade-middle DSD (32) filters]-***** (ed). The magnitude (delay diffusion correlation peak) of each filter output is compared after that. Based on the peak judging of the maximum delay diffusion coefficient, the multiplier of the lot to an SPL filter (33) is chosen. The selected multiplier is applied to the output (c (n)) by which the correlation operation was carried out after that, and gives a synchronization point and an initial channel response.

After an initial channel impulse response (hO) is calculated, other channel impulse responses (h (k)) are calculated about each output-data symbol (yHD (j-D)).

In case other output-data symbols (yHD (j-D)) are determined, channel impulse response inclination (hs (k)) is calculated in a channel prediction machine (26). The inclination (slope) of a channel impulse response can be used in order to be in order to specify the breadth by the Doppler effect in an input signal, and to change the updating step size of the maximum ** sequence presumption equipment in this example.

Channel impulse response inclination is calculated by doing the division of the difference of the newest evaluation channel impulse response (h (j)) and the evaluation channel impulse response (h (j-1)) to precede by the newest evaluation channel impulse response (h (j)). The inclination (hs (k)) has an exponentially smooth pole in one infinity impulse response (IIR) filter (19), and it is compared with a threshold in threshold detection equipment after that.

When a smooth channel impulse response (hss) does not exceed the threshold, step size (μ (k)) is dropped on the smaller updating step size and the lower limit (lower-mu:lower bound) which do not exceed the first thing and the first thing (18). (or when the 2nd-

channel impulse response following an initial channel impulse response (h_0) is not yet calculated) When the 2nd-channel impulse response is calculated at least and the inclination exceeds a threshold, step size ($\mu(k)$) is raised to the 2nd step size upper limit (upper- μ) which does not exceed a bigger thing (18).

If the bigger 2nd updating step size is used in LMS channel evaluation equipment (25), LMS channel evaluation equipment (25) will converge much more quickly under the conditions of the breadth by the bigger Doppler effect. A bigger Doppler frequency deviation is detected by the smooth inclination of the channel impulse response ($h_s(k)$) exceeding the threshold stored in threshold detection equipment (17).

On the other hand more small updating step size is used under the conditions of the breadth by the smaller Doppler effect, and is used about the evaluated 1st evaluation channel response following an initial channel response (h_0).

Drawing 5 shows an example of AMLSE which uses two parallel processing paths. Two processing paths are determined that it will offer an additional advantage in a convergence rate by doubling a path with a different rate of the Doppler shift respectively. The 1st processing path (41, 43, 45) is functionally [as already described AMLSE (13, drawing 3, and 4)] equivalent, block 41 is equivalent to block 21, and block 45 is [block 43 is equivalent to block 20 and] equivalent to blocks 22, 23, 24, 25, and 26. If it is in the 2nd processing path (48, 42, 44), the block 42 is functionally [as block 20] equivalent, and block 44 is equivalent to blocks 22, 23, 24, 25, and 26.

In the 2nd processing path (48, 42, 44), sync word correlator (21) is replaced with the maximum peak correlator (48). The contents of the maximum peak correlator are sync word correlator (50) and a different delay diffusion sensing filter (SPL filter (51)) of a class. The filter factor of an SPL filter (48) is chosen (tap value (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)), and offers the bottom maximum output of the conditions of flat delay.

If it is at the time of actuation, the maximum peak correlator (48) takes correlation with the data synchronous field by which the sample was carried out, and the stored sync word, and offers a correlation output. *** data processing of the correlation output is carried out with an SPL filter (51), and it offers a synchronization point and an initial channel response. The synchronization point is DESHIME about the data synchronous field, as already stated, - it is used in order to carry out TO. DESHIME - The data synchronous field by which TO was carried out is left to maximum-likelihood-estimation decoding which was already described using an initial channel response.

If it is under flat phasing, the SPL filter (51) used in relation to sync word correlator (50) is determined that it will offer the result of having excelled more. In case an SPL filter (51) is used in the 2nd processing path with already described AMLSE (13), the combination improves further the whole bit error rate (BER) in communication system.

The output (drawing 5) of two signal-processing paths is supplied to a bit decoder (46) and AMLSE switch control (47). AMLSE switch control (47) compares the mean square error estimation value in each signal path, and chooses the path which gives the smallest error.

In case a signal-processing path is chosen, AMLSE switch control (47) operates a bit decoder, and decodes a signal from the path which gives the smallest error.

If it is in other examples of this invention, the restricted search window (63) is used within sync word correlator (41), and improves the property of AMLSE (40) further. If it is in such an example, a delay diffusion correlation peak is chosen by repeated filtering and the limit window before a synchronization point which reached and was defined in the range after a synchronization point. The range before an initial synchronization point is chosen so that it may have sample spacing of an integral value (for example, 1 sample spacing T_s). The range after an initial synchronization point is chosen so that it may have the time amount which is proportional to the delay of the channel impulse response by delay diffusion in relation to an initial synchronization point. (The range is a thing over the point that only $T / (2T_s)$ sample spacing was overdue from the initial synchronization point, in practice.) T is symbol spacing here and T_s is a sample rate. A delay diffusion correlation peak is determined by carrying out DSD filtering of the eclipse ***** sequence with correlation of sync word correlator (60), and the DSD filter value (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1) set up in order to give general arrangement of a synchronization point (61). In order to determine a synchronization point as accuracy more, filtering of the output of a DSD filter (61) is carried out using an infinity impulse response filter (IIR) (62) after that.

Following the decision of a limit window (63), the signal in the limit window is left to a synchronization-point location filter (for example, tap value (32, 16, 4, 0, 0, 0, 4, 16, 32)), and opts for a synchronization point and an initial channel response through the 2nd signal path. The maximum ** sequence estimate is determined after that using a synchronization point and an initial channel response value which were already described and which were calculated. The decision of the estimate which has smallest BER is made by AMLSE switch control (47) choosing the estimate which has the smallest mean square error, as already stated.

If it is in other examples of this invention, the decision of the search window and the more exact synchronization point which were restricted is used based on the example described previously. the [namely,] -- it is carried out by inputting into the DSD filter (31 32) and SPL filter (33) within 2 maximum ** sequence presumption signal-processing path, if it is in such an example -- the (minding use of the maximum peak correlator (48)) -- 1 maximum ** sequence presumption signal-processing path offers the BER property improved to flat phasing.

If it is in other examples of this invention, updating step size is chosen as a function of the rate of change of a channel impulse response by which it was evaluated. To the maximum rate of change of the evaluation channel impulse response stored in memory, selection of the updating step size in such an example compares the rate of change of the newest evaluation channel impulse response, and is performed based on offering a probability factor. The multiplication of the greatest permissible step size is carried out to the probability factor after that, and the step size which is the function of the rate of change of an evaluation channel impulse response is determined as it.

It means that the various properties and profits of a system are included by this invention, without indicating many the properties and advantages of this invention above, and deviating from the pneuma of this invention. furthermore, the thing which means being strictly limited to the structure and actuation which were explained since various amelioration and modification can be made if it is this contractor (for example, parallel processing path using the combination of an AMLSE component) -- not but -- therefore, it means that suitable modification and an equal thing are included by the invention in this application.

Namely, the invention in this application is not not only limited to the specific thing shown with the drawing, but contains the various approaches and equipment which are inherent in this invention.

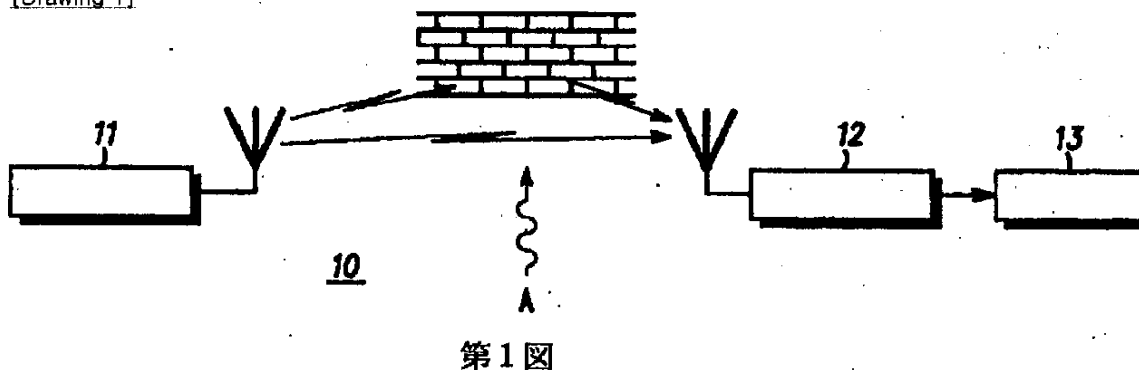
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

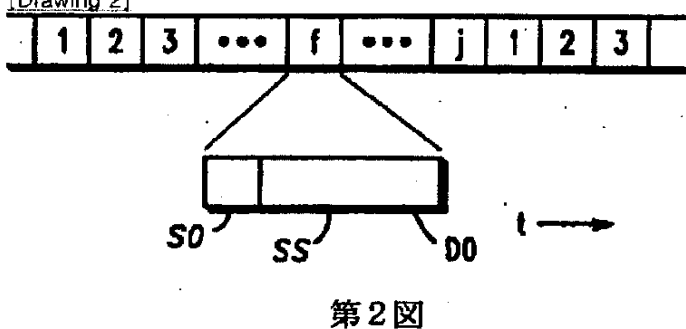
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

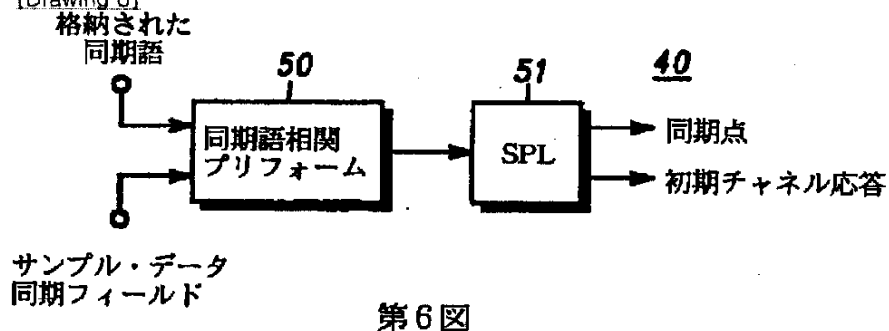
[Drawing 1]



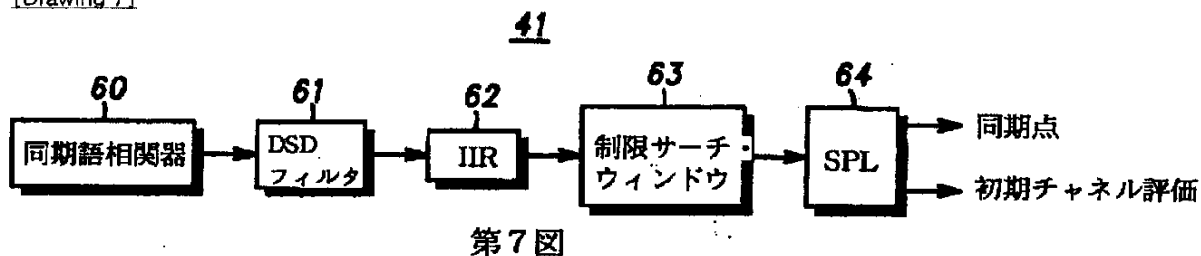
[Drawing 2]



[Drawing 6]

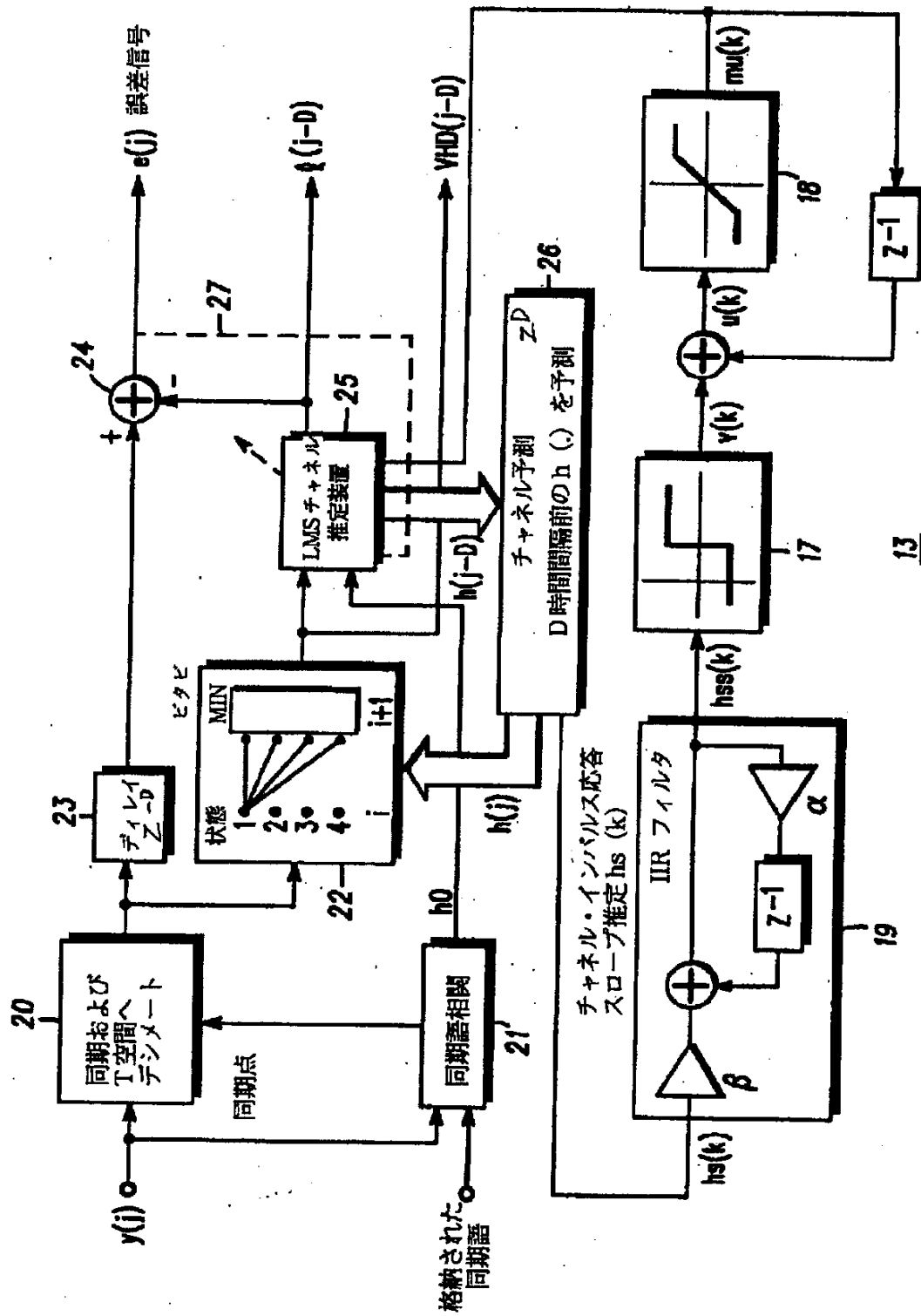


[Drawing 7]

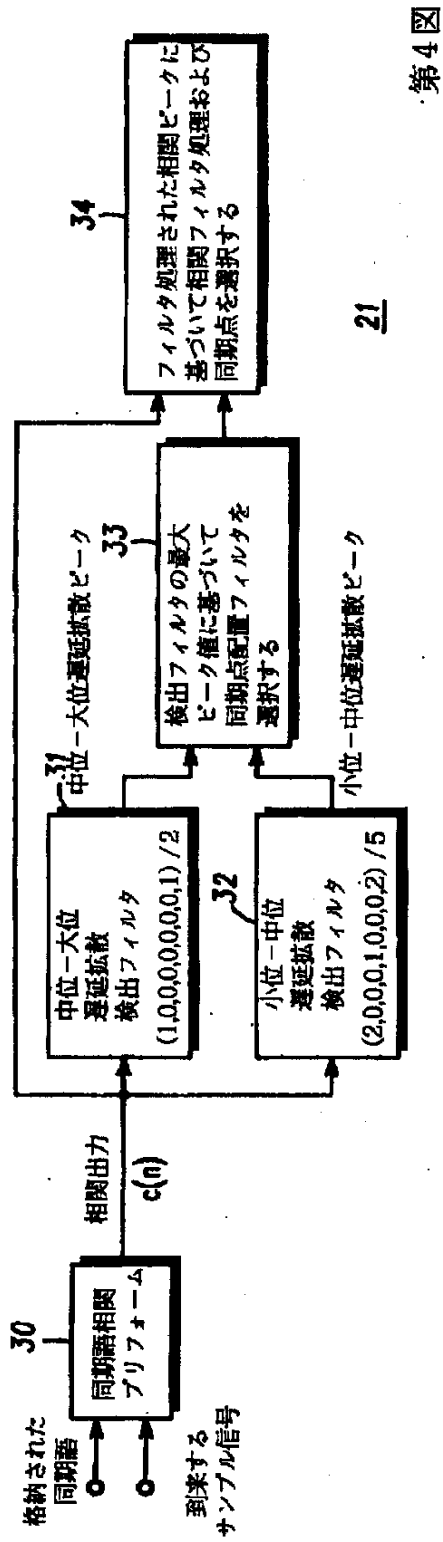


[Drawing 3]

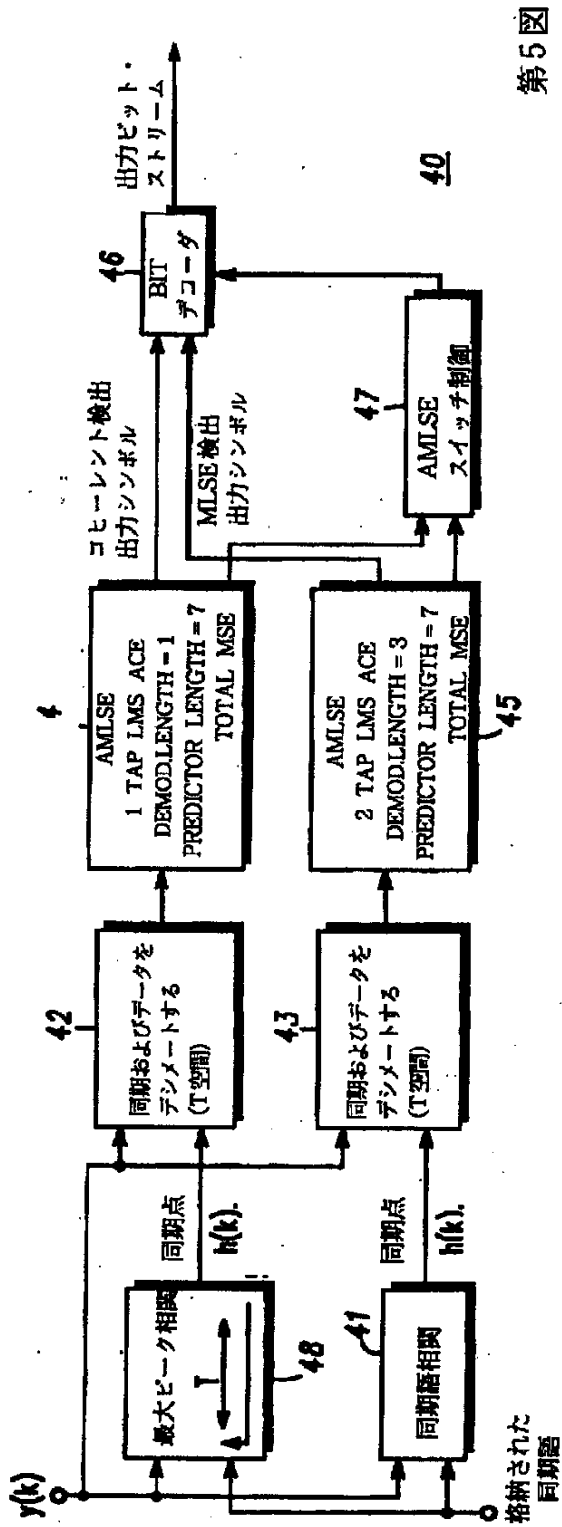
[Drawing 4]



第3図



第4図



第5図